

COMPARISON ADDITION CEMENT AND LIME IN CLAY SOIL EXPANSIVE OF SWELLING POTENTIAL

By :

Machfud Ridwan *)

Abstract

Soil type clay that many occurred montmorillonite mineral include clay with high plasticity, easy experience shrink and swell. This clay type called also as soil expansive. Therefore need to be done problem solving that is serious to overcome about soil expansive of clay.

This research made at the Mekanika Tanah Jurusan Sipil Unesa laboratory. There is 2 addition material type cement and lime. Cement degree variation used is 0%, 2,5%, 5%, 7,5% and 10%, while lime degree variation is 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. Kinds test conducted among others Atterberg Limit test, standard Proctor compaction tests and soil development test (swelling).

Result research conducted indicate that cement addition existence more efektif compared by lime if used as stabilization reduce Swelling Potential in soil expansive. With addition degree that is same, with 10% cement so Swelling Potential that achieved is 2,1% include soil expansive with swelling middle classification. While in addition 10% lime so Swelling Potential that achieved is 8,54% include soil expansive with swelling high classification.

Key Words:

Soil expansive, Swelling Potential, cement, lime.

PERBANDINGAN PENAMBAHAN SEMEN DAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP SWELLING POTENTIAL

Abstrak

Jenis tanah lempung yang banyak terdapat kandungan mineral montmorillonite tergolong tanah lempung dengan plastisitas tinggi, mudah mengalami kembang susut. Tanah lempung jenis ini disebut juga sebagai tanah ekspansif. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemecahan masalah yang serius untuk mengatasi tentang tanah lempung ekspansif.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Unesa. Terdapat 2 jenis material tambahan yaitu semen dan kapur. Variasi kadar semen yang digunakan adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%, sedangkan variasi kadar kapur adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Macam tes yang dilakukan yaitu tes Atterberg Limit, tes Pemadatan Proctor Standar, dan tes Konsolidasi.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa adanya penambahan semen lebih efektif dibandingkan kapur apabila digunakan sebagai stabilisasi mengurangi Swelling Potential pada tanah ekspansif. Dengan penambahan kadar yang sama, yaitu 10% semen maka Swelling Potential yang dicapai adalah 2,1% termasuk tanah ekspansif dengan klasifikasi swelling sedang. Pada penambahan 10% kapur maka Swelling Potential yang dicapai adalah 8,54% termasuk tanah ekspansif dengan klasifikasi swelling tinggi.

Key Words:

Tanah ekspansif, Swelling Potential, Semen, Kapur

*) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNESA

A. PENDAHULUAN

Tanah secara umum didefinisikan sebagai material butiran padat yang tidak tersementasi satu sama lain, dan terdiri dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

Ukuran dari partikel tanah sangat beragam, ada yang disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*), tergantung pada ukuran yang paling dominan pada tanah tersebut.

Tanah lempung (*clay*) sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, yang berukuran kurang dari 0,0002 mm (Braja M. Das, 1991).

Jenis tanah lempung yang banyak terdapat kandungan mineral montmorilonite tergolong tanah lempung dengan plastisitas tinggi, mudah mengalami kembang susut. Tanah lempung jenis ini disebut juga sebagai tanah ekspansif, pada musim penghujan tanah lempung tersebut akan banyak menyerap air, sehingga tanah lempung tersebut mengembang. Demikian pula pada musim

kemarau pada tanah tersebut terjadi penyusutan.

Peristiwa fenomena alam dengan adanya musim penghujan dan musim kemarau tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan yang berdiri di atas tanah lempung ekspansif. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemecahan masalah yang serius untuk mengatasi tentang tanah lempung ekspansif.

Stabilisasi tanah lempung ekspansif dapat digunakan dengan mencampurkan material lain pada tanah lempung tersebut, sehingga akan dapat memperkecil sifat plastisitas yang tinggi dari tanah lempung ekspansif tersebut. Material lain yang ditambahkan ada yang berupa *fly ash*, pasir, kapur, semen, dan lain sebagainya masih banyak lagi.

Dalam penelitian ini kami ingin mencoba melakukan stabilisasi pada tanah lempung ekspansif menggunakan campuran kapur dan campuran semen, diharapkan nantinya dapat mengurangi sifat kembang-susut yang terjadi pada tanah ekspansif. Dari kedua campuran tersebut manakah yang lebih efektif digunakan sebagai campuran untuk stabilisasi tanah lempung ekspansif.

B. KAJIAN PUSTAKA

1. Identifikasi Tanah Ekspansif.

Untuk dapat mengkategorikan suatu tanah lempung tergolong sebagai tanah lempung ekspansif atau bukan perlu dilakukan identifikasi awal pada tanah lempung tersebut.

Identifikasi awal yang umum dilakukan untuk mengidentifikasi suatu tanah tergolong tanah lempung ekspansif, salah satunya melalui tes tanah di laboratorium, yaitu tes *Atterberg Limit*.

Melalui tes Batas Cair dan tes Batas Plastis, maka akan didapatkan harga Indeks Plastisitas tanah. Indeks Plastisitas (IP) merupakan parameter

yang sering digunakan karena karakteristik plastisitas dan sifat perubahan volume tanah berkaitan erat dan dipengaruhi juga oleh jumlah partikel berukuran koloid. Koloid mempunyai bentuk yang tidak beraturan dan mempunyai luas permukaan yang besar serta mempunyai ukuran $<0.001\text{mm}$, perilaku butirannya ditentukan oleh gaya-gaya elektrostatik bukan gaya gravitasi.

Menurut Carter & Bently (1991), disebutkan bahwa beberapa parameter yang terkait dalam

karakteristik fisis dan mekanis swelling soil antara lain adalah : *Swelling Potential* (SP), *Liquid Limit* (LL), *Plasticity Index* (PI), *Shrinkage Limit* (SL), dan Swelling Pressure (σ_s). Korelasi antar parameter tersebut dikaitkan dengan klasifikasi swelling tanah ekspansif dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa harga dari Indeks Plastisitas tanah sangat berpengaruh terhadap besar *swelling potential* tanah. Semakin besar harga indeks plastisitas tanah maka akan semakin besar pula

potensi pengembangannya. Dengan diketahui harga dari parameter-parameter pada Tabel 1, maka tanah akan dapat digolongkan/diklasifikasikan sebagai tanah ekspansif kategori tinggi, sedang atau rendah.

Dengan demikian setelah diketahui apabila tanah lempung tergolong tanah ekspansif yang memiliki potensi mengembang-menyusut cukup tinggi, maka perlu dilakukan usaha untuk menstabilisasi tanah ekspansif tersebut agar menjadi lebih baik.

Tabel 1. Karakteristik Fisis dan Mekanis *Swelling Soil*

Klasifikasi Swelling	LL (%)	SL (%)	PI (%)	Swelling Potential (%)	σ_s (kN/m ²)
Lemah	< 30	> 15	0 – 15	0 – 1.5	< 50
Sedang	30 – 40	10 – 16	15 – 25	1.5 – 5	50 – 250
Tinggi	40 – 60	7 – 12	25 – 55	5 – 25	250 – 1000
Sangat Tinggi	> 60	< 11	> 55	> 25	> 1000

Sumber : Carter and Bently, 1991 dalam "Swelling Soil Ditinjau Dari Aspek Mikroskopis oleh Dr. Ir. Herman Wahyudi Dosen FTSP – ITS.

2. Stabilisasi Tanah ekspansif menggunakan Semen

Semen merupakan bahan yang mempunyai sebagai pengikat untuk agregat, jika dicampur dengan air semen akan menjadi pasta. Dalam proses waktu dan panas, melalui reaksi kimia akibat campuran air dan semen akan menghasilkan sifat perkerasan pada pasta semen.

Pada penelitian ini stabilisasi menggunakan semen adalah termasuk stabilisasi kimia, dan jenis semen yang dipakai dalam penelitian ini adalah Semen Gresik jenis I yang umum digunakan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan dalam membuat suatu konstruksi bangunan atau yang lainnya.

Menurut B. Mochtar, 1994, terdapat 2 macam cara pokok stabilisasi tanah ekspansif yaitu:

- **Stabilisasi Kimia** adalah stabilisasi yang menggabungkan unsur antara benda satu dengan benda yang lainnya yang bertujuan untuk mendapatkan unsur yang baru. Adapun yang termasuk dalam stabilisasi kimia ini antara lain: stabilisasi /pencampuran dengan kapur, garam, semen, dan aspal.
- **Stabilisasi Mekanis** pada pokoknya berupa:
 - a. Stabilisasi dengan cara mencampur secara langsung antara tanah yang jelek (tanah dasar) dengan tanah yang baik (tidak mengembang), dengan tujuan agar kembang-susut tanah berkurang
 - b. Memadatkan tanah dasar sehingga didapat susunan struktur matrik

tanah yang lebih kokoh untuk mengurangi kembang-susut tanah.

Adanya penambahan semen pada tanah lempung ekspansif diharapkan nantinya akan memberikan tambahan cation-cation pada tanah, sehingga menyebabkan terjadinya sementasi/kritisasi antar butiran-butiran tanah sehingga tanah menjadi lebih kaku, butiran membesar, plastisitas turun dan otomatis sifat kembang-susut tanah juga turun.

Cation-cation Ca, Mg dan Na yang ada dalam semen dapat berfungsi sebagai penetralisir dari sifat kembang susut tanah ekspansif. Semakin banyak semen yang ditambahkan, maka cation yang ada semakin banyak pula yang dapat menyebabkan semakin mengecil nilai kembang susut tanah tersebut.

Tabel 2. Komposisi Senyawa-senyawa yang terkandung dalam semen jenis I

Komposisi kimia	Prosen (%)
Ca O	60-67
Si O ₂	17-25
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	0,5-6,0
Mg O	0,1-5,5
SO ₃	1-3
Na ₂ O + K ₂ O	0,5-1,3
TiO ₂	0,1-0,4
P ₂ O ₅	0,1-0,2

4. Test Pengembangan Tanah

Untuk mengetahui berapa besar pengembangan yang terjadi pada tanah, perlu dilakukan tes di laboratorium menggunakan alat *Oedometer* (Konsolidasi). Tes konsolidasi ini dilakukan pada masing-masing benda uji.

Tujuan dari tes pengembangan ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan campuran semen maupun kapur terhadap pengembangan yang terjadi pada tanah ekspansif.

Sumber: PT Semen Gresik (Persero) Tbk.

3. Stabilisasi Tanah ekspansif menggunakan Kapur

Kapur merupakan suatu campuran untuk bahan bangunan, salah satunya untuk membuat spesi. Selain itu kapur juga berfungsi sebagai campuran untuk stabilisasi tanah. Adanya kandungan unsur senyawa yang terdapat pada kapur seperti Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, maka apabila kapur tersebut digunakan sebagai campuran pada tanah lempung ekspansif akan dapat mengurangi sifat kembang susut yang terjadi pada tanah ekspansif.

Pada kapur terdapat unsur-unsur yang sangat reaktif terhadap air, sehingga apabila kapur dijadikan sebagai bahan tabilisasi, maka pada saat kapur terkena air akan mengalami perkerasan. Unsur yang sangat reaktif pada kapur tersebut dinamakan sebagai *pozzolan*, sedangkan reaksinya dengan mineral-mineral tanah dan air dinamakan *pozzolan action*.

Sebagai standart awal benda uji untuk tes pengembangan ini didapatkan dari hasil tes pemadatan *Proctor Standart* tes dengan kepadatan maksimum (γ_{dmax}). Test pengembangan ini diamati dalam waktu 8 jam, 24 jam, 48 jam. Jika dalam waktu 72 jam tanah masih menunjukkan pengembangan yang berarti, maka pengamatan pengembangan dilakukan terus. Selanjutnya tes pengembangan ini dihentikan apabila dial pembacaan pengembangan dalam waktu yang

cukup lama menunjukkan angka kenaikan yang relatif kecil (tidak berarti) dan dapat diabaikan.

C. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji laboratorium di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Unesa.

Ada 2 jenis campuran dalam penelitian ini, yaitu tanah dengan campuran semen dan tanah dengan campuran kapur.

Terdapat 5 sampel untuk masing-masing campuran tanah, sehingga keseluruhan ada 10 sampel. Untuk variasi persentase campuran semen digunakan 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Sedangkan untuk variasi persentase campuran kapur digunakan 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

Adapun urutan langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Menyiapkan campuran tanah, yang berupa tanah ekspansif diberi tambahan semen, dan tanah ekspansif diberi tambahan kapur dengan berbagai variasi persentase campuran yang telah ditentukan.
2. Melakukan tes batas cair, batas plastis pada masing-masing sampel, sehingga didapatkan harga Indeks Plastisitas
3. Melakukan tes pemadatan Proctor Standart, guna mendapatkan harga kepadatan kering maksimum (γ_{dmax}).
4. Melakukan tes terhadap pengembangan tanah (*Swelling test*).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perbandingan Penambahan Semen dan Kapur Terhadap Harga Batas Cair

Berdasarkan dari hasil tes Batas Cair yang dilakukan pada kedua jenis campuran tanah dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa tanah ekspansif yang diberi tambahan semen maupun kapur mengalami penurunan harga batas cairnya.

Pada tanah ekspansif yang diberi tambahan semen, harga batas cairnya menunjukkan penurunan yang lebih banyak dibandingkan tanah yang diberi tambahan kapur.

Tabel 3 Batas Cair dengan Variasi penambahan Semen

Tanah Ekspansif (%)	Kadar Penambahan semen (%)	Batas Cair, LL (%)
100	0	97,4
100	2,5	90,25
100	5	85
100	7,5	76
100	10	57,5

Sumber : Hasil tes laboratorium

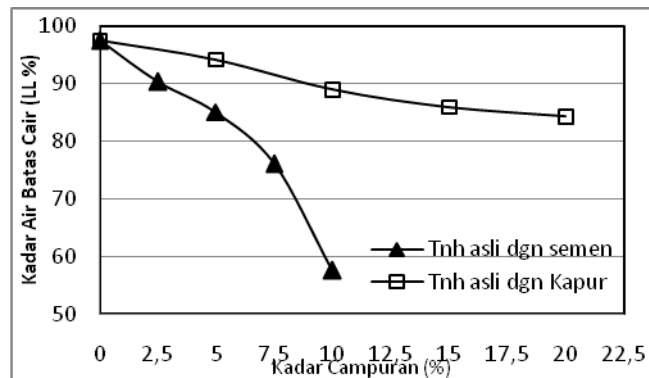
Tabel 4 Batas Cair dengan Variasi penambahan Kapur

Tanah Ekspansif (%)	Kadar Penambahan semen (%)	Batas Cair, LL (%)
100	0	97,4
100	5	94,22
100	10	88,98
100	15	85,93
100	20	84,22

Sumber : Hasil tes laboratorium

Agar lebih jelasnya hasil tabel tersebut digambarkan dalam grafik, maka penurunan harga

batas cair dari kedua campuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Grafik Penambahan Semen dan Kapur terhadap Harga Batas Cair

2. Perbandingan Penambahan Semen dan Kapur Terhadap Harga Batas Plastis

Berdasarkan hasil tes Batas Plastis (PL) yang dilakukan pada

kedua jenis campuran tanah, yaitu penambahan semen dan kapur dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut.

Tabel 5 Batas Plastis dengan Variasi penambahan Semen

Tanah Ekspansif (%)	Kadar Penambahan semen (%)	Batas Plastis, PL (%)
100	0	27,3
100	2,5	28,19
100	5	30,41
100	7,5	31,63
100	10	33,05

Sumber : Hasil tes laboratorium

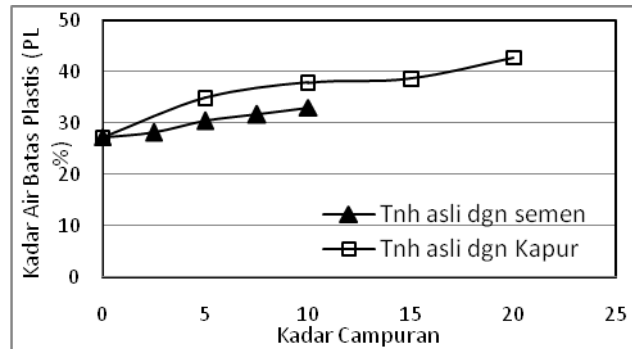
Tabel 6 Batas Plastis dengan Variasi penambahan Kapur

Tanah Ekspansif (%)	Kadar Penambahan Kapur (%)	Batas Plastis, PL (%)
100	0	27,3
100	5	34,82
100	10	37,9
100	15	38,61
100	20	42,7

Sumber : Hasil tes laboratorium

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa tanah ekspansif yang diberi tambahan semen maupun kapur mengalami peningkatan harga batas platisnya. Pada tanah ekspansif yang diberi tambahan semen, harga batas platisnya menunjukkan peningkatan yang

lebih sedikit dibandingkan tanah yang diberi tambahan kapur. Harga Batas Plastis pada benda uji yang diberi tambahan semen maupun kapur menunjukkan kenaikan yang hampir sama. Hal ini untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Grafik Penambahan Semen dan Kapur terhadap Harga Batas Plastis

3. Perbandingan Penambahan Semen dan Kapur Terhadap Harga Indeks Plastisitas

Berdasarkan Hasil analisa harga Indeks Plastisitas dari tanah ekspansif yang diberi penambahan Semen maupun Kapur dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut

ini. Dari tabel tersebut dapat dilihat adanya penurunan terhadap harga Indeks Plastisitas (IP) pada tanah ekspansif baik yang diberi penambahan Semen maupun Kapur. Untuk lebih jelasnya hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini

Tabel 7 Harga Indeks Plastisitas dengan Variasi penambahan Semen

Tanah Ekspansif (%)	Kadar Penambahan semen (%)	Indek Plastisitas (%)
100	0	70,1
100	5	62,06
100	10	54,59
100	15	44,37
100	20	24,45

Sumber : Hasil tes laboratorium

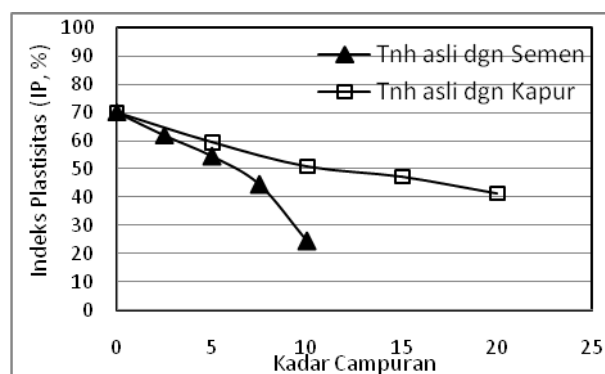
Tabel 8 Harga Indeks Plastisitas dengan Variasi penambahan Kapur

Tanah Ekspansif (%)	Kadar Penambahan Kapur(%)	Indek Plastisitas (%)
100	0	70,1
100	5	59,4
100	10	51,08
100	15	47,32
100	20	41,52

Sumber : Hasil tes laboratorium

Dengan diberikannya material tambahan sebagai stabilisasi untuk pada tanah ekspansif, baik yang diberi tambahan semen maupun pasir menunjukkan adanya penurunan

pada harga Indeks Plastisitas. Hal ini dapat mengurangi sifat kembang susut yang terjadi pada tanah ekspansif. Lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Penambahan Semen dan Kapur terhadap Harga Indeks Plastisitas

4. Perbandingan Penambahan Semen dan Kapur Terhadap *Swelling Potential*

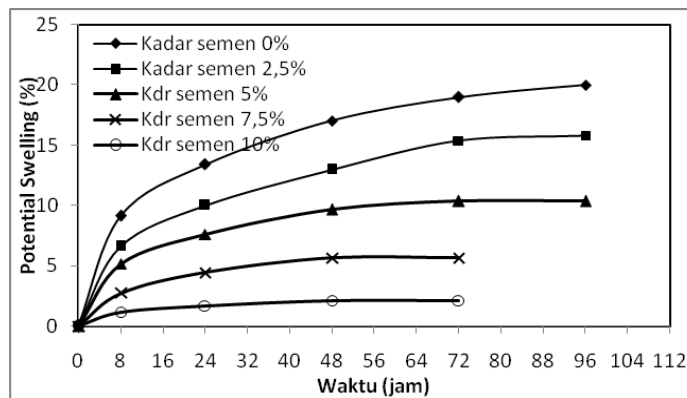
Berdasarkan hasil dari tes pengembangan yang dilakukan di laboratorium didapatkan hasil untuk tanah ekspansif dengan penambahan semen dapat di lihat pada Tabel 9, sedangkan tanah ekspansif dengan penambahan kapur dapat dilihat pada Tabel 10

berikut ini. Dari kedua campuran di atas untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

Pada grafik tersebut terlihat bahwa semakin banyak yang diberikan maka *swelling potential*nya semakin kecil, hal ini berarti sifat kembang susut tanah ekspansif tersebut menurun.

Tabel 9 Pengaruh Penambahan Semen Terhadap Swelling Potential

Lama Waktu (jam)	Kadar Penambahan Semen (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
0	0	0	0	0	0
8	9,13	6,59	5,15	2,75	1,16
24	13,41	10	7,61	4,42	1,67
48	17,03	12,97	9,64	5,65	2,1
72	18,99	15,36	10,36	5,65	2,1
96	20	15,8	10,36		



Gambar 4 Pengaruh Penambahan Semen terhadap Swelling Potential

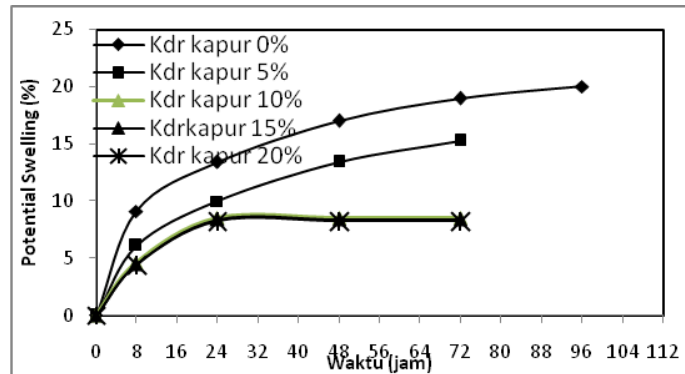
Sedangkan pada benda uji yang diberi tambahan kapur, hasil dari tes pengembangan tanah dapat pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10 Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Swelling Potential

Lama Waktu (jam)	Kadar Penambahan Kapur (%)				
	0	5	10	15	20
0	0	0	0	0	0
8	9,13	6,1	4,63	4,48	4,42
24	13,41	10,01	8,54	8,4	8,27
48	17,03	13,42	8,54	8,4	8,27
72	18,99	15,26	8,54	8,4	8,27
96	20				

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa mulai dengan penambahan kapur 10% dalam waktu 72 jam (3 hari), pengembangan tanah sudah menunjukkan semakin kecil dan

menunjukkan pengembangan yang hampir sama pada kadar kapur 15% dan 20%. Agar lebih jelasnya hal ini dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Pengaruh Penambahan Kapur terhadap Swelling Potential

Apabila hal ini dibandingkan dengan penambahan semen maka pada semen mulai kadar 7,5% sudah menunjukkan pengembangan yang monoton. Sehingga dapat dikatakan dengan penambahan semen 10% swelling

potential mencapai 2,1% termasuk klasifikasi *swelling* sedang, sedang dengan penambahan kapur 10% swelling potential mencapai 8,54% termasuk klasifikasi swelling tinggi.

E. SIMPULAN DAN SARAN

1. Semakin besar kadar semen maupun kapur yang ditambah-kan pada tanah ekspansif akan semakin besar dapat mengura-angi sifat kembang susut pada tanah ekspansif.
2. Penggunaan semen lebih efektif dibandingkan dengan kapur apabila digunakan sebagai material tambahan untuk stabilisasi tanah ekspansif.
3. Apabila menggunakan penam-bahan semen 10% swelling potential yang terjadi 2,1% termasuk klasifikasi swelling sedang.
4. Apabila menggunakan penam-bahan kapur 10% swelling potential yang terjadi 8,54% termasuk klasifikasi swelling tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Costet, J, Sangrelat. G, 1981, Cours Pratique de Mecanique des Sols, DUNOD, Paris.
- Das, Braja M, Alih Bahasa : Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar, 1994. *Mekanika Tanah Jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Indrasurya B, Mochtar, 1994. *Rekayasa Penanggulangan Masa-lah Pembangunan pada Tanah-tanah Sulit*, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya
- Wahyudi, H., (2002) "Swelling Soil Ditinjau Dari Aspek Mikros-kopis", *Makalah disampaikan pada PIT Geoteknik tanggal 30-31 Oktober 2002 di Surabaya*.